プラズモニックチップを用いた半導体ナノ粒子の光捕捉

Optical Trapping of Quantum-dot Nanoparticles on a Plasmonic Chip

産総研 バイオメディカル[1]，関西学院大 理工[2]，産総研・阪大 先端フォトバイオ[3]
○(M2)松林 佑基[1,2]，田和 圭子[2,1]，工藤 卓[2]，細川 千絵[1,2,3]
Biomed. Res. Inst., AIST[1], Kwansei Gakuin Univ.[2], PhotoBIO-OIL, AIST-Osaka Univ.[3]
°(M2)Yuki Matsubayashi[1,2], Keiko Tawa[2,1], Suguru N. Kudoh[2], Chie Hosokawa[1,2,3]
E-mail: yuki-matsubayashi@aist.go.jp

光ピンセットは，集光レーザービームの光放射圧を用いて溶液中に分散するマイクロメートルサイズの粒子を焦点近傍に非接触に捕捉する手法であり，局所操作性及び非侵襲性から近年では細胞内小胞や細胞表面分子の操作に応用されている．光捕捉力は捕捉対象粒子のサイズに依存するため，ナノメートルサイズの粒子の光捕捉は困難とされており，光捕捉力を増大する手法が検討されている．我々は，半導体ナノ粒子である量子ドット（QD）の動態を制御する手法として，表面プラズモン共鳴（SPR）効果を利用した細胞表面分子の光捕捉手法の開発を進めている[1, 2]．今回，液中に分散した QD の蛍光解析を行い，プラズモニックチップを用いた光捕捉力の増大について検討した．

プラズモニックチップとして，カバーガラス上にピッチ 480 nm の二次元周期構造を作製し，Au，及び SiO_2 を成膜したものを用いた．スペーサーを介してカバーガラスを貼り合せたウェル中に QD 水分散液（粒径：15—20 nm，蛍光ピーク波長：655 nm）を封入し，試料として用いた（Fig. 1(a)）．光ピンセット用レーザーとして波長 1064 nm の $Nd:YVO_4$ レーザーを 100 倍の油浸対物レンズにより試料に集光したところ，レーザー集光領域における QD の二光子励起蛍光に起因する蛍光強度の増加が確認された．蛍光相関分光測定により，レーザー集光領域を QD が通過する平均滞在時間を推定したところ，Einstein-Stokes の式より得られる平均滞在時間の理論値と良い一致を示した．次に，ウェルに用いた片方の基板を，Au を成膜したプラズモニックチップに変更し，光ピンセット用レーザーをプラズモニックチップ液界面に集光したところ，平均滞在時間が増加する傾向がみられた（Fig. 1(b)）．これらの結果からプラズモニックチップ表面近傍において，SPR の電場増強効果に基づく光捕捉力の増大が示唆された．

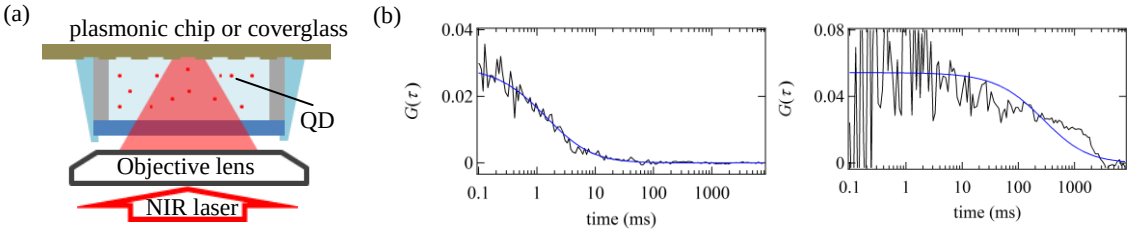

Fig. 1. (a) Schematic image of sample preparation. (b) Auto-correlation function curves of fluorescence intensity at focal spot of QD nanoparticles in water on coverglass (left) and Au-based plasmonic chip (right). The laser power is 100 mW.

[1] K. Miyauchi et al., ***Jpn. J. Appl. Phys.***, **55**, 06GN04 (2016).
[2] 松林他：第 65 回応用物理学会春季学術講演会，17p-A202-16.